

**SEMICONDUCTOR SUBSTRATE MOUNTING TYPE SECONDARY BATTERY**

Patent Number: JP10284130  
Publication date: 1998-10-23  
Inventor(s): TANAKA KOJI  
Applicant(s): NEC CORP  
Requested Patent: ☐ JP10284130  
Application Number: JP19970102625 19970404  
Priority Number(s):  
IPC Classification: H01M10/40; H01L27/04; H01L21/822; H01M4/02  
EC Classification:  
Equivalents: JP3116857B2

---

**Abstract**

---

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To suppress and reduce influence affecting environments without using lithium metal for an electrode material while a lithium secondary battery is miniaturized and lightened, by forming a thin film electrode and solid electrolyte on a semiconductor substrate and using transistor metal oxide and the like for a negative electrode and a positive electrode.

**SOLUTION:** A secondary battery is equipped with a silicon substrate 1 of P type or N type semiconductor material, a negative electrode 2, a solid electrolyte 3, a positive electrode 4, and electrodes for wiring 5a, 5b. The negative electrode 2, solid electrolyte 3, positive electrode 4 and electrodes for wiring 5a, 5b can be formed as thin films. A film thickness of the negative electrode 2 and positive electrode 4 is preferably about 0.2-0.5  $\mu\text{m}$ . Transition metal oxide is preferably used for a positive electrode and a negative electrode. For the solid electrolyte 3, lithium phosphate which works as electrolyte even under a temperature which is not comparatively high is used. For the material of the electrodes for wiring 5a, 5b, metal such as gold, aluminum or the like of good conductivity is preferably used.

---

Data supplied from the esp@cenet database - I2

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-284130

(43) 公開日 平成10年(1998)10月23日

(51) Int.Cl. <sup>9</sup>	識別記号	F I	
H 0 1 M 10/40		H 0 1 M 10/40	Z
H 0 1 L 27/04		4/02	C
21/822			D
H 0 1 M 4/02		H 0 1 L 27/04	F
			D
審査請求 有 請求項の数12 F D (全 5 頁)			

(21) 出願番号 特願平9-102625

(22) 出願日 平成9年(1997)4月4日

(71) 出願人 000004237

日本電気株式会社

東京都港区芝五丁目7番1号

(72) 発明者 田中 浩治

東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内

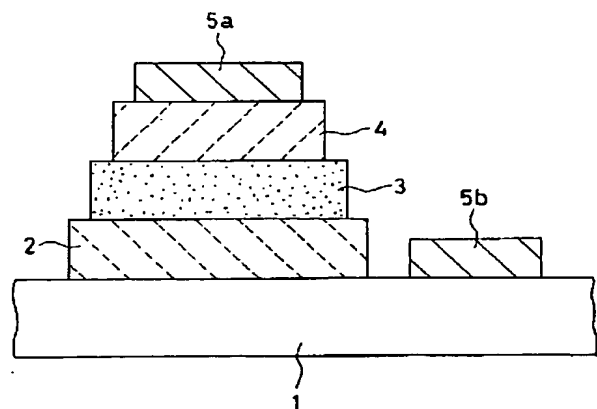
(74) 代理人 弁理士 加藤 朝道

(54) 【発明の名称】 半導体基板搭載型二次電池

(57) 【要約】

【課題】 小型・軽量化を達成するリチウム二次電池の提供。

【解決手段】 正極4および負極2および固体電解質3および配線電極5a、5bをスパッタリング法などで薄膜化する。その際、それぞれの膜厚は200～300nmで成膜する。この方法で、シリコン基板上の厚さが約1.2ミクロンの非常に薄い電池を作成できる。



**【特許請求の範囲】**

【請求項1】半導体基板上に、薄膜化した電極と固体電解質とを有することを特徴とする半導体基板搭載型の二次電池。

【請求項2】半導体基板上に形成される負電極及び正電極が、好ましくは遷移金属酸化物などよりなり、リチウム金属片を用いることなく、リチウム二次電池を構成した、ことを特徴とする半導体基板搭載型の二次電池。

【請求項3】基板上に、第1薄膜電極、固体電解質、及び第2薄膜電極をこの順に積層してなることを特徴とする基板搭載型の二次電池。

【請求項4】基板上に、第1電極配線、第1薄膜電極、固体電解質、及び第2薄膜電極、及び第2電極配線をこの順に積層してなることを特徴とする基板搭載型の二次電池。

【請求項5】基板上に設けられた絶縁膜の上に第1、第2電極配線を備え、前記第1、第2電極配線上にそれぞれ第1、第2薄膜電極を略同一高さに配設し、前記第1薄膜電極、第2薄膜電極及びその間隙を覆うように固体電解質を備えたことを特徴とする基板搭載型の二次電池。

【請求項6】前記基板が、半導体基板からなることを特徴とする請求項3記載の基板搭載型の二次電池。

【請求項7】あらかじめ前記第1薄膜電極にリチウムイオンを含むようにして構成されている、ことを特徴とする請求項3～6のいずれかに記載の基板搭載型の二次電池。

【請求項8】前記第1薄膜電極、及び第2薄膜電極が遷移金属酸化物よりなる、ことを特徴とする請求項3～7のいずれかに記載の基板搭載型の二次電池。

【請求項9】前記基板が、半導体または絶縁部材からなることを特徴とする請求項4または5記載の基板搭載型の二次電池。

【請求項10】前記基板上に前記第1電極配線を備え、前記第2薄膜電極上に第2電極配線を備え、前記第1、第2電極配線間に起電力を得る、ことを特徴とする請求項3記載の基板搭載型の二次電池。

【請求項11】前記基板上に積層して形成される薄膜電極、電極配線などが、下側の層よりも上の層の方が平面形状の面積が順次小とされる、ことを特徴とする請求項1～10のいずれかに記載の基板搭載型の二次電池。

【請求項12】前記基板上に順次積層される前記薄膜電極、電極配線などが所定の膜厚、好ましくは略200～500nmで成膜される、ことを特徴とする請求項3記載の基板搭載型の二次電池。

**【発明の詳細な説明】****【0001】**

【発明の属する技術分野】本発明は、基板搭載型の二次電池に関し、特に、小型化・軽量化に好適とされ電極にリチウム金属を用いない、好ましくは半導体基板上に搭

載される基板搭載型の二次電池に関する。

**【0002】**

【従来の技術】現在、電子機器のダウンサイジング（縮小化）が急速に進んでいる。例えば半導体チップのように劇的に縮小化が進んでいる分野もある一方で、電源部のように、遅々として縮小化が進まない分野もある。昨今では、電子機器において、電源部の大きさが、その機器の容積の大部分を占めることになる、というようなこともある。

【0003】しかし、リチウム二次電池の実用化は、一気に、電源の性能を飛躍的にアップさせた。リチウム二次電池は、これまでの主力であった、ニッカド電池などと比較すると、理論的には数倍の充放電容量の電池が、従来の大きさで実現し、メモリ効果などの弊害もない。

【0004】しかしながら、従来の技術では、正電極および負電極を、金属片または金属箔としているため、サイズの縮小化にも限界があった。

【0005】また、負電極にリチウム金属そのものを使用するものもあり、リチウム金属が有害物質であるため、環境破壊についても懸念されてきた。

【0006】例えば特開平6-260168号公報には、負電極と集電体との密着性能を向上させることにより接着剤量を減少させ、高率放電特性が優れたリチウム二次電池を提供することを目的として、負電極の集電体がリチウムと合金を形成しない金属もしくは合金よりなる金属箔であり、この金属箔は厚さ50μm以下の電解金属箔で、金属箔の両面に凹凸を形成したリチウム二次電池が提案されている。

**【0007】**

【発明が解決しようとする課題】上記したように、従来のリチウム二次電池においては、電極に、金属片または金属箔を用いており、また場合によっては、リチウム金属を電極に用いている。

【0008】そして、電極に金属片もしくは箔を用いる場合、ある程度の厚みが無ければ、リチウム二次電池を構成できないことから、電池の縮小化を促進できない、という問題点を有している。

【0009】また、有害物質であるリチウム金属を、大量に使用しなければならないため、環境に悪影響を与えたり、人体に害をおよぼす可能性もある。

【0010】したがって、本発明は、上記問題点に鑑みてなされたものであって、その目的は、リチウム二次電池の小型及び軽量化を図るリチウム二次電池を提供することにある。また本発明は、電極材料としてリチウム金属を使用せず環境へ及ぼす影響を抑止低減するようにしたリチウム二次電池を提供することも、その目的としている。

**【0011】**

【課題を解決するための手段】前記目的を達成するため、本発明の半導体基板搭載型の二次電池は、半導体基

板上に、薄膜化した電極と固体電解質とを有する、ことを特徴とする。

【0012】本発明は、半導体基板上に形成される負電極及び正電極が、好ましくは遷移金属酸化物などよりなり、リチウム金属片を用いることなく、リチウム二次電池を構成した、ことを特徴とする。

【0013】また、本発明は、基板上に、第1薄膜電極、固体電解質、及び第2薄膜電極をこの順に積層してなることを特徴とする。

【0014】さらに、本発明は、基板上に、第1電極配線、第1薄膜電極、固体電解質、及び第2薄膜電極、及び第2電極配線をこの順に積層してなることを特徴とする。

【0015】本発明の基板搭載型の二次電池は、基板上に設けられた絶縁膜の上に第1、第2電極配線を備え、前記第1、第2電極配線上にそれぞれ第1、第2薄膜電極を略同一高さに配設し、前記第1薄膜電極、第2薄膜電極及びその間隙を覆うように固体電解質を備えたことを特徴とする。

【0016】また、本発明は、前記基板が、半導体基板からなることを特徴とする。

【0017】さらに、本発明は、あらかじめ前記第1薄膜電極にリチウムイオンを含むようにして構成されている、ことを特徴とする。

【0018】そして、本発明は、前記第1薄膜電極及び、第2薄膜電極が遷移金属酸化物よりなる、ことを特徴とする。

【0019】〔発明の概要〕本発明は、電極および電解質をスパッタリング法などで薄膜化し、構成物を可能な限り薄くして、リチウム二次電池の小型・軽量化を図ったものである。また、電極材料としてリチウム金属を使用しないことで、環境への悪影響を極限まで抑え、環境保全を実現している。本発明によれば、これまでのリチウム二次電池と比較して、大幅な小型・軽量が図られている。より具体的には、電池を構成する、正極、負極、電解質をスパッタリング法などで薄膜化して、マイクロオーダーの厚さの電池を作成することができる。また、有害物質であるリチウムの使用量を極限まで減少でき、破壊時の人体への影響や環境への影響が微少な電池を実現できる。さらに、半導体基板上に電池を作成でき、チップ外部に設けられていた電源部を不要とし、電子機器の特段の小型・縮小化を達成している。

【0020】

〔発明の実施の形態〕次に、本発明の実施の形態について、図面を参照して詳細に説明する。

【0021】図1は、本発明の第1の実施の形態の構成を示す平面図である。また、図2は、図1のX-X線の断面図である。図1及び図2を参照すると、この実施の形態は、シリコン基板1と、負極（負電極）2、固体電解質3、正極（正電極）4、及び配線用電極5を備えて

構成されている。

【0022】半導体基板1はP型、N型のどちらのタイプの基板であってもよく、基板中の不純物濃度や面方位には特に依存しない。また、基板としては、電流が流れて、リチウムと合金化しない部材であれば、半導体基板以外の部材を用いることも可能である。

【0023】負極2は、薄膜化が可能であり、リチウム二次電池の電極材料として用いられる、部材であれば、この実施の形態において、その部材は特に限定されない。この電極材料の薄膜化は、スパッタリング法や電子ビーム蒸着法、加熱蒸着法などにより成膜することで実現される。

【0024】予め負極2にリチウムを注入する方法としては、イオン注入法、液体電解質とリチウム金属電極とを使用して一度だけ放電を行う方法、リチウムを最初から含んでいる電極物質を使用する方法などがある。

【0025】固体電解質3は、薄膜化が可能であり、リチウムを自由に移動させることができる、固体電解質であれば、この実施の形態において、その部材は特に限定されない。固体電解質3の薄膜化には、スパッタリング法や電子ビーム蒸着法、加熱蒸着法、スピンコート法などを用いることができる。

【0026】正極4は、薄膜化が可能であり、リチウム二次電池の電極材料として用いられる部材であれば、この実施の形態において、その部材は特に限定されない。この電極材料の薄膜化は、スパッタリング法や電子ビーム蒸着法、加熱蒸着法などに成膜することで実現される。

【0027】配線用電極5a、5bは、薄膜化が可能であり、抵抗が低く、シリコン基板および正極4を構成する物質とオーム性接触がとれる部材からなる。これらの電極材料の薄膜化には、スパッタリング法や電子ビーム蒸着法、加熱蒸着法などが適用できる。

【0028】負極2、正極4の膜厚は、薄すぎると充放電容量の減少してしまい、逆に、厚すぎるとサイズが大きくなってしまいう理由で、好ましくは0.2～0.5マイクロン程度の膜厚とされる。

【0029】図3は、本発明の第2の実施の形態の構成を示す断面図である。

【0030】図3を参照して、この実施の形態は、前記第1の実施の形態と比較すると、絶縁膜6がシリコン基板1との間にまで延在している。この実施の形態の場合、シリコン基板1には、電流を流す必要が無いので、基板1として、半導体物質に限らず、絶縁物などを用いてもよい。

【0031】図4は、本発明の第3の実施の形態の構成を示す断面図である。

【0032】図4を参照して、この実施の形態においては、シリコン基板1上に絶縁膜6を形成し、その上に配線電極5a、5bを形成し、正極4と負極2をそれぞれ

配線電極 5a、5b 上に並べて配置している。すなわち、前記実施の形態のように正極 4 と負極 2 は積層されていない。このような配置としたことにより、電池自体の厚さをより薄くすることが可能である。また、この実施の形態の場合、基板を絶縁物に変更することも可能である。

#### 【0033】

【実施例】次に、図 1、及び図 2 を参照して、本発明の実施例の動作について説明する。

【0034】放電時、負極 2 の内部にあるリチウムは、リチウムイオンと電子に分かれ、リチウムイオンは固体電解質 3 に、電子は外部回路に放出される。

【0035】放出されたリチウムイオンは、固体電解質 3 を通って、正極 4 に注入される。また、放出された電子は外部回路を通して、正極 4 に注入される。結果として、正極 4 には、リチウムイオンと電子が注入され、正極 4 の内部にはリチウムが蓄積されていく。負極 2 と正極 4 の電位が同一になると放電は止まる。

【0036】充電時には、外部電源から電位を印加する。その際、正極に－（マイナス）の電位を印加し、負極には＋（プラス）の電位を印加する。すると、放電時とは逆にリチウムは移動する。正極 4 に含まれていたリチウムは、リチウムイオンと電子に分かれ、リチウムイオンは固体電解質 3 を通って、負極 2 に注入され、電子は外部電源を通して、負極 2 に注入され、負極 2 の内部にリチウムが蓄積されていく。

【0037】負極 2 に、それ以上リチウムが蓄積できなくなるか、正極 4 から、全てのリチウムイオンが放出されると、充電は終了する。

【0038】このような動作を行う電池の一実施例として、次のようなリチウム二次電池が考えられる。

【0039】正極または負極材料として好ましくは遷移金属酸化物を用いる。例えば、酸化ニオブや酸化コバルト、酸化バナジウムなどが挙げられる。いずれの材料も、リチウム二次電池の電極材料になり得るが、ここでは、スパッタリング法で成膜した五酸化バナジウムを用いる。五酸化バナジウム  $V_2O_5$  は、遷移金属酸化物の中でも、初期放電電位が約 4 V と比較的高く、放電時間も優れている。この五酸化バナジウムを、負極 2 と正極 4 の電極材料として用いる。

【0040】固体電解質 3 には、比較的希望されるように、電解質として作用するリン酸化リチウムを用いる。

【0041】配線電極 5a および 5b の材料として、導電性の良好な金属を用いるのが適切であり、例としては、金やアルミニウムなどが適切であるが、ここではアルミニウムを用いる。

【0042】具体的な製法としては、はじめに、シリコン基板 1 上に、電極 5b として、アルミニウムをスパッタリング法で例えば膜厚 200 nm の薄膜を成膜する。

【0043】次に、シリコン基板上に負極 2 として、五

酸化バナジウムをスパッタリング法で例えば膜厚 300 nm の薄膜を成膜する。

【0044】その後、予め、負極 2 にリチウムを注入する。その方法としては、リチウムのイオン注入やリチウムを構成物質として含んだ酸化バナジウムの薄膜化、リチウムイオンによるスパッタリング、リチウムと五酸化バナジウムの同時成膜、充放電作用によるリチウムの挿入などが好ましい。

【0045】本実施例では、充放電作用によるリチウムの挿入による方法を用いている。これは、液体の固体電解質とリチウム金属片を用いて、一般的なリチウム二次電池を構成し、一度放電を行って、五酸化バナジウムにリチウムを挿入する。

【0046】そして、負極 2 の上に固体電解質 3 として、リン酸化リチウムをスパッタリング法で、例えば膜厚 300 nm の薄膜を成膜し、さらに、固体電解質 3 の上に正極 4 として、五酸化バナジウムをスパッタリング法で例えば膜厚 300 nm の薄膜を成膜する。

【0047】最後に、正極 4 の上に、配線電極 5a を、スパッタリング法で膜厚 200 nm の薄膜を成膜する。

【0048】本実施例においては、このように、異種の薄膜を積み重ねながら、作成していくが、その際、短絡を防ぐため、上方の薄膜ほどサイズを小さくしていく。

【0049】これで、シリコン基板 1 上の厚さが約 1200 nm (1.2  $\mu$ m) の微少のリチウム二次電池ができる。

#### 【0050】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば下記記載の効果を奏する。

【0051】（1）本発明の第 1 の効果は、半導体チップに電源を実装することができる、ということである。このため、従来半導体チップの外部に設けられていた電源を、取り除くことができ、大幅なダウンサイジングを可能としている。

【0052】その理由は、本発明においては、シリコン基板上に電池を作成しているためである。

【0053】（2）本発明の第 2 の効果は、取り扱いが容易である、ということである。

【0054】その理由は、本発明においては、電極の構成物質に、リチウム金属を用いていないためである。

#### 【簡単な説明】

【図 1】本発明の第 1 の実施の形態を示す平面図である。

【図 2】図 1 を X-X 線で切断したときの断面図である。

【図 3】本発明の第 2 の実施の形態を示す断面図である。

【図 4】本発明の第 3 の実施の形態を示す断面図である。

【符号の説明】

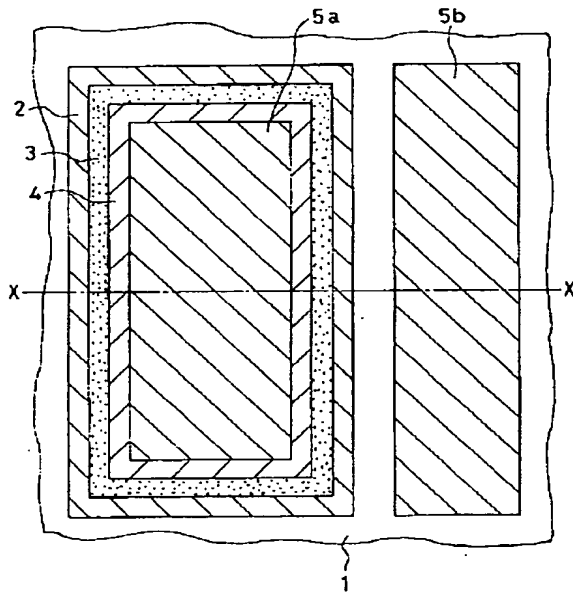
(5)

特開平10-284130

7

- 1 P型またはN型のシリコン基板
- 2 負極
- 3 固体電解質
- 4 正極

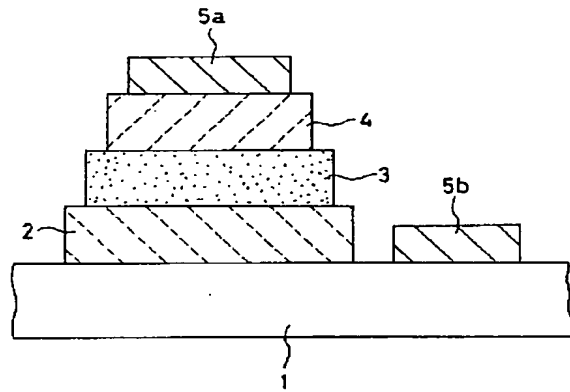
【図1】



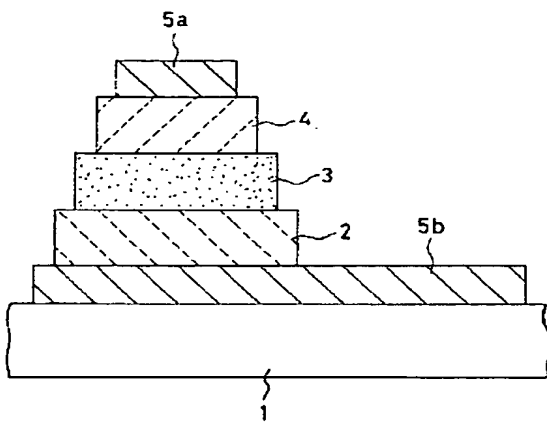
8

- 5a 配線用電極
- 5b 配線用電極
- 6 絶縁物

【図2】



【図3】



【図4】

